



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2014

APEX – Wenn Vegetationsveränderungen aus dem Flugzeug analysiert werden

Jehle, Michael ; Damm, Alexander ; Schaepman, Michael E

Abstract: APEX ist ein abbildendes Bildspektrometer der neusten Generation: Durch die hohe spektrale, radiometrische und geometrische Auflösung sind grossflächige und detaillierte Untersuchungen verschiedenster wichtiger Umweltparameter möglich. So kann beispielsweise der Wassergehalt verschiedener Ökosysteme sowie der Chlorophyll-Gehalt in der Vegetation bestimmt werden.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-96533>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Jehle, Michael; Damm, Alexander; Schaepman, Michael E (2014). APEX – Wenn Vegetationsveränderungen aus dem Flugzeug analysiert werden. *Geosciences Actuel*, 3:11-13.



Geosciences ACTUEL

3/2013



sc | nat 

Geosciences
Platform of the Swiss Academy of Sciences

Titelbilder:

Gross: Auf der Göscheneralp. | Klein: Steine in Saint Blaise am Ufer des Neuenburgersees.
(Bilder: Regula Good, Edith Oosenbrug)

Images de couverture:

Grande image: Sur l'alpe de Göschenen. | Petite image: Des galets à Saint Blaise au bord du lac de Neuchâtel (Photos: Regula Good, Edith Oosenbrug)

IMPRESSUM

Herausgeber:

Platform Geosciences, Swiss Academy of Sciences (SCNAT)

Redaktion | Rédaction:

Bianca Guggenheim, Platform Geosciences
Pierre Dèzes, Platform Geosciences

Redaktionskomitee | Comité de rédaction:

Saskia Bourgeois, Meteotest, Bern
Danielle Decrouez, géologue et directrice honoraire du Muséum d'histoire naturelle, Genève
Elisabeth Graf Pannatier, WSL, Birmensdorf
Lorenz Meier, Geopraevent, Zürich
Edith Oosenbrug, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern
Kaarina Riesen Kuhn, Kanton Aargau, Abteilung für Umwelt, Aarau
Marcel Pfiffner, Landesgeologie, Bundesamt für Landestopographie swisstopo, Wabern

Beiträge | Contributions:

Die nächsten Redaktionsschlüsse: 31. Dezember 2013, 31. März 2014.
Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich.
Prochains délais rédactionnels: 31 décembre 2013, 31 mars 2014.
Les auteurs sont responsables du contenu de leur article.

Abonnement:

CHF 25.– pro Jahr für 4 Ausgaben | par année pour 4 éditions

Redaktionsadresse | Adresse de la rédaction:

Geosciences ACTUEL, ETH Zentrum NO F 45, 8092 Zürich, Tel. 044 632 65 38
redaktion@geosciences.scnat.ch www.geosciences.scnat.ch

Layout | Mise en page: Bianca Guggenheim

Druck | Impression:

Albrecht Druck AG, Obergerlafingen

Auflage | Tirage: 1000 Ex.

ISSN 1662-2480

Inhalt | Contenu

4 Editorial

5 Aus der Praxis | Nouvelles des praticiens

- Fracking – wie weiter nach Basel?

8 Forschung und Praxis | Recherche et applications

- Hagel – Modellierung und Detektion einer zerstörerischen Naturgefahr
- APEX – Wenn Vegetationsveränderungen aus dem Flugzeug analysiert werden
- Neue Möglichkeiten in der Waldbrandvorhersage

18 Aus der Forschung | Nouvelles de la recherche

- Das grosse Rätseln über die kleinen Formen
- Unterwegs in einer unendlichen weissen Wüste: Expeditionen in die Antarktis

24 Dies und das | communications diverses

- *Le géoparc du Chablais*
- Naturgefahren im gesellschaftlichen und natürlichen Kontext
- E-manuscripta: Wo Geologen auf Philosophen treffen

31 Aus der Landesgeologie | Nouvelles du service géologique national – swisstopo

- Digitale geologische Karten für die Schweiz
Des cartes géologiques digitales pour la Suisse

33 Blick in den Berufsalltag | Le métier au quotidien

- Priska Haller, GIS-Zentrum des Kantons Zürich

36 Veranstaltungen | Calendrier des manifestations

38 Neuerscheinungen | Nouvelles publications

43 Gesellschaften und Kommissionen der «Platform Geosciences» | Commissions et sociétés de la «Platform Geosciences»

APEX – Wenn Vegetationsveränderungen aus dem Flugzeug analysiert werden

APEX ist ein abbildendes Bildspektrometer der neusten Generation: Durch die hohe spektrale, radiometrische und geometrische Auflösung sind grossflächige und detaillierte Untersuchungen verschiedenster wichtiger Umweltparameter möglich. So kann beispielsweise der Wassergehalt verschiedener Ökosysteme sowie der Chlorophyll-Gehalt in der Vegetation bestimmt werden.

MICHAEL JEHL, ALEXANDER DAMM, MICHAEL SCHAEPMAN

Das APEX (Airborne Prism Experiment) Bildspektrometer eröffnet neue Möglichkeiten in der Umweltbeobachtung: Es reagiert fast zweihundert Mal sensitiver auf Sonnenlicht als das menschliche Auge. Die Unterscheidungsmöglichkeiten der Eigenschaften gemessener Objekte sind damit entsprechend grösser. Veränderungen des Sonnenlichts, beispielsweise durch Reflexion an der Vegetation oder durch atmosphärische Absorption, können detailliert aufgelöst und dargestellt werden. Mit dem neuen Spektrometer können alle

Spektralkanäle gleichzeitig und doch einzeln erfasst werden. Damit wird es möglich, gleichzeitig verschiedene Resultate und Produkte abzubilden – die Autokorrelation bleibt dabei gering (siehe Kasten).

APEX wird seit 2010 operationell betrieben. Es wurden bereits mehrere Terabyte umweltrelevanter Informationen für die Wissenschaft und die Praxis erhoben. Die weltweit einmalig hohe spektrale Auflösung in Kombination mit der hohen Signalqualität hat dazu geführt, dass in den kommenden

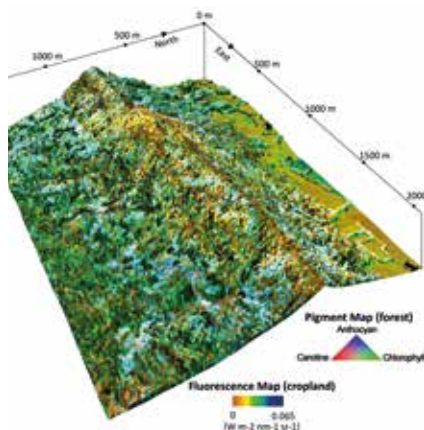
APEX – ein vielversprechendes Projekt

Das Projekt APEX beinhaltet neben dem Bau des Sensors auch den Aufbau einer angepassten Kalibrationseinrichtung, einer eigenen Prozessier- und Archivierungsumgebung sowie der notwendigen Flugzeuginfrastruktur. APEX gehört formal der ESA, wird aber im Rahmen eines schweizerisch-belgischen Gemeinschaftsprojektes operationell von der Universität Zürich (Remote Sensing Laboratories) und der belgischen Forschungseinrichtung VITO betrieben. Das Spektrometer wurde in der Schweiz hergestellt.

APEX ist ein abbildendes Spektrometer zur Erfassung und Darstellung von reflektiertem Licht. Das in den Sensor einfallende Licht wird von einem Prisma wellenlängenabhängig gebrochen, auf einen Detektor (CMOS, CCD) projiziert und digitalisiert. Jedes der erfassten Oberflächenelemente wird detailliert in diversen spektralen Kanälen aufgezeichnet – vom UV-Bereich (380 Nanometer) bis hin zum Nah-Infrarotbereich (2500 Nanometer). Die Reflexionseigenschaften, so genannte Spektren, werden dabei von bis zu 535 Kanälen getrennt aufgenommen. Dabei werden quer zur Flugrichtung gleichzeitig 1000 Pixel bei einem Gesichtsfeld (FOV) von 28 Grad aufgezeichnet. Dies ermöglicht eine geometrische Auflösung (Pixelgrösse) von 0.5 – 1.75 Meter bei Flughöhen von 1000 bis 3500 Meter über Grund.



Einsatz in Deutschland: Der APEX-Sensor ist bereit für den Einbau ins Flugzeug. (Bild: Michael Jehle)



Testgebiet Läger: Verteilung verschiedener Pflanzenpigmente, gemessen mit APEX, überlagert mit einem LIDAR-Objektmodell. (Bild: Reik Leiterer, Felix Morsdorf, Alex Damm)

Jahren nicht nur in Europa, sondern auch auf anderen Kontinenten Testgebiete befliegen werden. Die neuen Daten ermöglichen zudem, Modelle der Interaktion von Lichtphotonen mit Materie kontinuierlich zu verbessern. Mehr als 300 Jahre nach Newton's Theorie über die Dispersion von Licht kann diese nun operationell für Umweltbelange eingesetzt werden.

Vegetationsuntersuchungen mit APEX

In den vergangenen 30 Jahren hat sich die Vegetation weltweit stark verändert. Neueste Modelle zeigen, dass etwa 54 Prozent der globalen Vegetationsveränderungen auf das Klima zurückzuführen sind. Viele weitere Veränderungen der Vegetationsaktivität und -zusammensetzung, insgesamt mehr als dreissig Prozent, wurden anthropogen verursacht. Bis vor kurzem blieb unklar, inwieweit das Klima selbst oder aber der Mensch die Verantwortung dafür trägt. Dank APEX konnten endlich verlässliche Aussagen gemacht werden.

Um diese Änderungen und Prozesse großflächig erfassen und darstellen zu können,

nutzt man das von der Vegetation reflektierte Sonnenlicht. Je besser das reflektierte Licht in seine Einzelkomponenten zerlegt werden kann, desto differenzierter sind die Aussagen über das reflektierende Objekt – in diesem Fall die Vegetation.

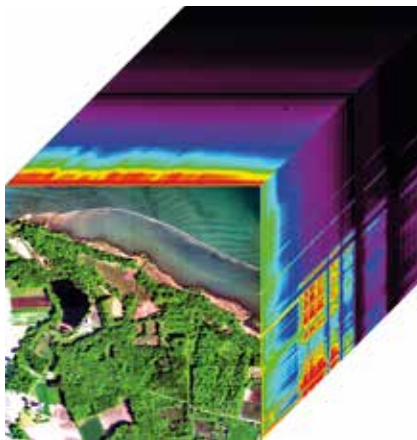
Die Vegetation als wichtige Komponente der Biosphäre kann beispielsweise durch eine kombinierte Analyse wichtiger Pflanzenpigmente (z.B. Anthocyane, Chlorophyll, Carotinoide) oder der Chlorophyll-Fluoreszenz, die direkt mit der Pflanzenphotosynthese korreliert ist, untersucht werden. Diese Informationen liefern wichtige Hinweise zum Verständnis von biochemischen Vegetations-Prozessen. Sie verraten zudem, wie diese auf veränderte Umwelteinflüsse reagieren.

Weitere Einsatzmöglichkeiten

APEX kann auch zur Untersuchung anderer Erdsphären eingesetzt werden: Es ist beispielsweise möglich, die vorhandene Menge sowie die Verteilung von atmosphärischem NO_2 (Stickstoffdioxid) zu berechnen. Man verfügt damit dank APEX



Testgebiet Genfersee: Mit APEX gemessene Verteilung von Sedimenten und anderen festen Schwebstoffen im Wasser. (Bild: Alex Damm).



Hoher Informationsgehalt: Die Erdoberfläche wird in bis zu 535 einzelnen spektralen Kanälen gleichzeitig gemessen. (Bild: Alex Damm, Hintergrund: Google Earth)

erstmalig über genaue und hoch aufgelöste Messungen solcher wichtiger atmosphärischer Spurengase. Eine hochaufgelöste Kartierung von NO_2 erlaubt das Aufspüren lokaler und kleinräumiger Emissionsquellen und trägt zum besseren Verständnis atmosphärischer Transportmechanismen bei. Vergleicht man diese Daten mit modellierten und hochskalierten Resultaten aus lokalen Messstationen, so zeigt sich, dass kleinräumige, dynamische Emissionen von vorhandenen Messnetzwerken nicht immer vollumfänglich erfasst werden: Aus Verbrennungsanlagen entweicht NO_2 häufig über hohe Kamine. Die Gase befinden sich deshalb oft zu hoch oben, um von bodenbasierten Messstationen erfasst werden zu können.

Dank der vielen Spektralkanäle von APEX ist es zudem möglich, den Wassergehalt verschiedener Ökosysteme quantitativ zu betrachten. So werden Vergleiche zwischen verschiedenen Landbedeckungstypen wie Vegetation, Boden, Schnee und Eis möglich. APEX kann noch mehr: Messungen gelöster Sedimente tragen

zum Verständnis von Fließgeschwindigkeit oder Lichttransmission in Wasserkörpern bei und beleuchten Transportmechanismen in Flüssen. Die Produktpalette von APEX beinhaltet auch die Abschätzung physikalischer Eigenschaften von Schnee und Eis sowie das Feststellen von Verunreinigungen. All diese Produkte, teilweise in Kombination mit Prozessmodellen, führen zu einem verbesserten Verständnis der Dynamik gekoppelter Systeme auf der Erdoberfläche.

Weitere Beispiele:

www.apex-esa.org (mit Testdatensatz zur Spektrometerdatenanalyse)

Swiss Earth Observatory Network (SEON): www.seon.uzh.ch.

Dr. Michael Jehle
michael.jehle@geo.uzh.ch
 Prof. Dr. Michael Schaepman
michael.schaepman@geo.uzh.ch
 Dr. Alexander Damm
alexander.damm@geo.uzh.ch
 Remote Sensing Laboratories (RSL)
 Universität Zürich